



TITLE:

Evaluation of Rice Growth Characteristics Based on Non-destructive Measurements of Leaf Area Index(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Hirooka, Yoshihiro

CITATION:

Hirooka, Yoshihiro. Evaluation of Rice Growth Characteristics Based on Non-destructive Measurements of Leaf Area Index. 京都大学, 2016, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2016-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19755>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により本文は2019-08-01に公開; 許諾条件により要約は2016-12-01に公開

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	廣岡義博
論文題目	Evaluation of Rice Growth Characteristics Based on Non-destructive Measurements of Leaf Area Index (非破壊葉面積指数計測にもとづくイネの成長特性の評価)		
(論文内容の要旨)			
<p>圃場環境における作物形質の情報収集は、作物の単位面積当たりの収量の向上を目指し、品種改良および栽培管理の適正化を進めるために重要である。葉面積指数（LAI）は、作物群落の生育量を反映すると同時にその後の生産機能を左右する重要形質であるが、その計測はきわめて多労である。本論文は、イネを対象として、LAIなど群落形質の多頻度の非破壊計測および計測結果への簡易モデルの適用によって、非破壊計測の測定誤差を低減しかつ群落の成長動態ならびに群落構造を量的に評価する技術を開発した成果をとりまとめたものであり、主な内容は以下のように要約される。</p> <p>第1章緒言では、作物生産技術研究におけるLAI計測技術について概観し、LAIの経時的・空間的動態の把握の必要性を述べ、これらの情報を効率的に収集するための諸課題を指摘した。</p> <p>第2章では、非破壊計測を利用した成長動態の評価技術を検討している。まず、土壌栄養が多様な5環境において生育特性が異なる6品種を栽培し、魚眼レンズ画像からLAIを推定するプラントキャノピーアナライザーによるLAIおよび受光率の計測を高い頻度で実施した。測定結果を試験区ごとに有効積算温度のロジスティック関数を含む4つのモデル式にあてはめることにより、LAIなどからみたイネの成長動態の変異を、LAI最大成長速度をはじめとするいくつかのモデルパラメータとして定量化することができた。その一つである受光率の最大増加率は、品種・環境交互作用を示さなかったことから、品種または圃場環境が成長動態に及ぼす影響の評価に適していると考えられた。次に、群落におけるLAI垂直分布様式の評価を行なった。群落構造が大きく異なる3品種を供試した施肥・栽植密度試験区を対象に、同測器のセンサー位置を垂直方向に移動させたLAI非破壊計測を繰り返すことによって、LAIの層別分布を求めた。得られた層別LAI推定値は、従来の層別刈り取りによる実測結果とよく一致した。測定結果に積率モデルを適用することにより、LAI垂直分布様式の品種および栽培管理による違いを定量的に表すことができた。本技術は、その簡便性から、多数の試験区を対象にした群落構造あるいはその経時的変化の解析に有用であると考えられた。</p> <p>第3章では、第2章で考案した方法を用いて多様な品種および栽培環境におけるイネ成長動態の評価を試みている。まず品種間変異の解析として、多様なイネ58品種を対象にして群落の成長動態を評価し、その大きな品種間変異を見出すとともに、生育初中期の成長速度に関するパラメータはジャポニカ品種よりもインディカ品種において大きいこと、同パラメータにおいて現在の多収品種には改良の余地があることなどを指摘した。次に、栽培現地における成長動態の圃場間変異を解析した。ラオス、ビエンチャン近郊の33農家圃場を対象に、LAIの経時変化の測定、土壌分析および収量調査を行った。圃場ごとの収量が成長動態指標の一つである最大LAIと有意な相関を示すこと、最大LAIの変異は成長期間ではなくLAI成長速度の違いに依存し、LAI成長速度は土壌全炭素および全窒素含量、すなわち土壌肥沃度と密接な関係にあることをみとめた。カンボジア、ブルサット州水田地帯の77農家圃場において、上述のラオスでの調査項目、および土壌水分の計測と聞き取り調査を行った。成長動態と諸要因との関連を解析した結果から、直播水田では早播きが生産性を高めること、直播水田と移植水田を通じて成長の改善には土壌全炭素含量と炭素/窒素比の向上および乾燥回避の寄与が大きいことなどが明らかになった。</p>			

第4章では、合成開口レーダー（SAR）を用いた成長動態評価の広域展開の可能性について初歩的な検討を行なっている。ラオス、ビエンチャン近郊の30農家圃場を対象に、人工衛星搭載のSARによる後方散乱係数（BSC）計測値を地上でのLAI動態評価結果と比較した。一般に深水や雑草の存在がBSCによる群落状態の評価を難しくするが、本解析からそれら2要因以外にも誤差要因が存在することがわかった。一方、BSCが移植後日数を反映している圃場ではBSCの変化とLAI成長速度とが密接に関連することから、誤差要因の解明がさらに進めば、SARによってLAI成長速度を広域に推定できる可能性があることを指摘した。

第5章では、総合考察を行なっている。これまで非破壊計測が破壊計測の代替としてのみ用いられることが多かったのに対して、本研究で考案した方法は、イネ群落の成長動態と空間構造を解析するための新たな形質評価手段になり得ると結論するとともに、精度面などについて改良の余地があること、それには熱画像などの他の非破壊計測技術との協働が有効であること、また本方法と人工衛星からのSARデータとの組み合わせにより評価対象を広域に拡大できる可能性があることを指摘した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

作物生産技術において、品種および栽培管理の改良には圃場条件における群落形質の情報が不可欠であり、その収集の効率化が希求されている。本研究は、LAIを非破壊計測するために開発されたが実用が限られてきたプラントキャノピーアナライザーを主に用いて、イネを対象として、群落形質の時間的変化（成長動態）の評価に活用する新たな方法を開発しようとしたものであり、評価できる主要な点は以下の通りである。

1. プラントキャノピーアナライザーを用いて、LAIの経時的・空間的変化を評価する方法を考案した。すなわち、同測器を用いると測定精度は十分でないものの高頻度・多点数の計測が可能であることに着目し、栽培試験圃場で得た多くの計測結果に成長曲線モデルなどを適用することにより、LAI成長速度などの成長動態指標を数値化した。これにより、多数の品種・系統や農家圃場の成長動態の変異の評価が可能になった。また、これを世界のイネ・コアコレクションを対象に用いることにより、インディカ品種とジャポニカ品種における成長動態の違いなど、新たな知見を得た。

2. 群落構造の非破壊評価方法を考案した。群落構造が大きく異なる品種を用いた施肥、栽植密度試験区を対象に、センサー位置を垂直方向に移動させたLAI非破壊計測を繰り返すことによってLAIの垂直分布の推定を試み、それが実測結果とよく一致することを実証した。さらに測定結果に積率モデルを適用し、LAI垂直分布特性をパラメータとして数値化した。これらにより、多労なために測定例が限られる作物群落構造の評価の効率が大きく改善できるようになった。

3. 本研究で考案した成長動態評価法を現地における生産性の圃場間変異の調査に応用し、新たな知見を得た。これまで破壊的調査が必要なために容易でなかった現地圃場におけるイネ群落の成長速度を評価し、これと土壌肥沃度および栽培管理要因との関連を解析し、成長の変異をもたらす主要な要因を示した。

以上のように、本論文は、イネ群落の成長動態の評価を非破壊計測の応用により格段に効率化させる方法を考案しその有効性を示したものであり、作物学、育種学、栽培システム学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成28年1月14日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）